Aus der Neurologischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. G. S c h a l t e n b r a n d

KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER VIBRATIONSEMPFINDUNG BEI SCHÄDIGUNG DER PERIPHEREN SENSIBLEN NERVEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hartmut Mayer - Walcher
aus Esslingen/ a.N.

Würzburg 1956

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543516_0146

Aus der Neurologischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. G. S c h a l t e n b r a n d

KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER VIBRATIONSEMPFINDUNG BEI SCHÄDIGUNG DER PERIPHEREN SENSIBLEN NERVEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hartmut Mayer - Walcher
aus Esslingen/ a.N.

Tag der mündl. Prüfung:
26. Juli 1956

Würzburg 1956

Referent: Professor Dr. med. Georges S c h a l t e n b r a n d

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Meinen lieben Eltern !

Inhaltsübersicht.

		Seite
I	Einleitung und Definition	1
II	Literatur	1
III	Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung	4
IV	Kasuistik und Ergebnisse	8
V	Kritik	13
VI	Zusammenfassung	16
VII	Abbildungen und Tabellen	18
VIII	Literaturverzeichnis	29

Klinische Untersuchungen über Vibrationsempfindung bei Schädigung der peripheren sensiblen Nerven.

I. Einleitung und Definition.

Es sollen in vorliegender Arbeit klinische Untersuchungen über die Veränderungen der Vibrationsempfindung bei Störungen der peripheren Nerven angestellt werden.

Die Vibrationsempfindung wird hervorgerufen durch succesive Druckimpulse, die auf die Rezeptoren mit einer innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches (etwa zwischen 10 und 1000 Hz) liegenden Anzahl / Zeiteinheit auftreffen. Sie ist als schwirrendes Gefühl vom gesunden Menschen gegenüber der Wahrnehmung anderer sensibler Reize klar unterscheidbar.

Unter peripherem, sensiblem Nerven verstehen wir hier diejenige Strecke der sensiblen Leitung, die distal vom Eintritt der hinteren Wurzeln in das Rückenmark liegt.

II. Literatur.

Im Verhältnis zu der großen Anzahl der auf anderen medizinischen Gebieten publizierten Arbeiten erscheint die unser Thema tangierende Literatur spärlich.

Über Vibrationsempfindung finden wir den ersten Beitrag von Prof. BECHTEREW im Jahr 1895. Damit beginnt eine Reihe von Auseinandersetzungen über technische Durchführung, Anwendungsbereich und theoretischen Folgerungen von Vibrationsversuchen, von denen hier nur eine Übersicht von Arbeiten zu unserem Thema gegeben sei.

In der Frage nach dem aufnehmenden Organ der VE wurde der Knochen als ausschließliches Rezeptionsorgan von EGGER (1899), FRÖSCHEL (1911), K.MENDEL (1913) angesehen. Für ECHLIN und A.FESSARD (1937) und O.KEIDEL (1956) sind die Knochen Überträger der Schwingungen auf Muskeln und Sehnen. RYDEL und SEIFFER (1903) rechneten die VE der Tiefensensibilität zu. GOLDSCHEIDER (1904) bezeichnet das Vibrationsgefühl als keine spezifische Empfindung. Es sei dem Hautdrucksinn und den tiefen sensiblen Nerven eigen. Auch COLEMAN WARREN (1939) streitet für das Vibrationsgefühl spezifische Rezeptoren ab. Die Wahrnehmung von Schwin-

gungen soll nach ihm eine Eigenschaft der Zelle schlechthin darstellen. TREITEL (1897), STEIN und v.WEIZSÄCKER (1926), v.FREY (1928/29) sehen eine Verwandtschaft zwischen dem Vibrationsgefühl und dem Drucksinn der Haut. Dabei spielen nach STEIN und v.WEIZSÄCKER (1926) die Knochen bei der VE nur die Rolle eines mechanischen Überträgers der Schwingungen auf weitere Hautgebiete. Nach KRAFT (1956) besteht ein direktes Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Intensitätsschwellen der VE und der Anzahl der v.FREY'schen Tastpunkte auf der Haut.

Die Leitung der VE im peripheren sensiblen Nerven geschieht nach HORÁNYI (1924) in den dicken, markhaltigen A-Fasern. Bei aufgehobener Leitfähigkeit der A-Fasern durch Anoxämie im Bereich der peripheren Nerven fällt zuerst das Vibrationsgefühl aus. Bei Novocain-Blockade der C-Fasern blieb die VE erhalten. In diesem Sinne spricht vielleicht auch die Mitteilung von JUNG (1954) der Pallhypaesthesie als einzig nachweisbarer Sensibilitätsstörung bei Kompression der Nervenwurzeln durch Nucleus-pulposus-hernien.

Bei Verletzung des peripheren Nerven kommt Verlust des Vibrationsgefühles zustande (Minor 1904). Bei Schußverletzungen beobachtete REDLICH (1916) eine Übereinstimmung zwischen dem Verhalten der Hautsensibilität und dem Vibrationsgefühl in Hinsicht auf Ausdehnung und Intensität. Bei Neuritiden fehlt das Vibrationsgefühl gänzlich nach M.S.BUZIK (1931) und ist gestört bei peripherer, alkoholischer und diphterischer Neuritis (WILLIAMSON 1908 und 1921). M.S.BUZIK (1931), BRO (1932), KUNAKOV (1938) finden auch bei Neuralgien z.T. hochgradige Störungen der VE. Dabei ist VE von WILLIAMSON (1908) als signifikant bezeichnet zur Differentialdiagnose zwischen Neuritiden und Poliomyelitiden und von M.S.BUZIK (59) als Differentialdiagnostikum zwischen Nauralgien einerseits und Arthritis, Lumbago und Myalgie.

Auf die erst kürzlich (1956) erschienene Arbeit von N.D.KEIDEL über Vibrationsreception soll etwas näher eingegangen werden.

KEIDEL lehnt einen eigenen "Vibrationssinn sensu strictori" beim Fehlen spezialisierter Receptoren ab. Die Sinnesqualität "Vibrationsempfindung" ist eine Begleiterscheinung eines besonderen Erregungsmusters bei zeitlich wechselnder periodischer und nichtperiodischer Reizung p r a k t i s c h a l l e r Mechanoreceptoren, die u.a. in Haut, Muskel und Sehne vorkommen. Als Vibrationsreceptoren sichergestellt sind die Meissner'schen Tastkörperchen, die Vater-Pacini'schen

und Meckel'schen Körperchen.

Die Stärke der VE ist abhängig von der Anzahl der vibratorisch gereizten Sinneszellen und von der Erregungsgröße der einzelnen Sinneszelle. Dabei ist die Erregungsgröße der Sinneszelle mit der Reizstärke über den Erregungsstoffwechsel der Sinneszelle nach bestimmtem Steuerungsmuster abstufbar. So kommt die Adaptation nach KEIDEL in der Sinneszelle zustande. Die Membran zwischen Sinneszelle und ableitendem Nerven übersetzt den reizstärkeproportionalen Zeitgang der verschiedenen Stoffwechselwirkungen der Sinneszelle in eine entsprechende Impulsfrequenzmodulation. Die dem AoNG^{+} gehorchenden afferenten Nervenfasern bilden ihre Aktionspotentiale in einer Frequenz, die in einfacher Relation zur Vibrationsfrequenz (1:1, 1:2, 1:3 usw.) synchronisiert ist. Die maximale Folgefrequenz ist dabei das reziproke Maß der Nerven - Refraktärzeit. Einem stark differenzierenden Receptor ist immer eine dicke, schnell leitende Faser mit kurzer Refraktärzeit zugeordnet.

Die Vibrationsschwelle (gemessen mit der Reizintensität) ist nach KEIDEL u.a. abhängig von der Frequenz, dem Auflagedruck des Vibrators, der Reizfläche, dem vibrierten Körperareal und von der Adaptation.

Die Frequenzabhängigkeit der Schwellenkurve ergab bei KEIDEL ein Schwellenminimum bei einer Frequenz zwischen 200 und 300 Hz. Dabei zeigte die ebenfalls frequenzabhängige Schwelle für tangentiale Hautverschiebungen auch ein Minimum zwischen 200 und 300 Hz.

Zur Adaptationsuntersuchung setzte der Keidelschüler RAICH (1952) zunächst einen Adaptationsreiz (50 Hz, 35 Watt 3 Minuten lang, Auflagegleichdruck 1,6 g/mm^2, Auflagefläche 3,7 cm^2, linke Zeigefingerspitze) und nahm dann in verschiedenen Zeitabständen (15 - 240 sec.) insgesamt 16 Schwellenmessungen in 9 Frequenzbereichen (50 - 800 Hz) vor.

Die Adaptationswerte bewegen sich dabei im Bereich von einer Zehnerpotenz (Mikron der Auslenkung). 15 sec. nach Absetzen des Adaptationsreizes sind die Auslenkungswerte der Vibrationsschwelle um das 2-3 fache erhöht, darauf wird die Schwelle allmählich niedriger, erreicht nach etwa 180 sec. in allen Frequenzen den Normalwert, unterschreitet ihn bis zu einem Minimalwert bei 225 sec. um 17%, er-

+)Alles-oder Nichtsgesetz.

reicht erst später die Normalschwelle wieder, die dann bis 24% überhöht wird.

Die Adaptation ist nach KEIDEL frequenzabhängig und am größten bei Frequenzen zwischen 100 und 450 Hz.

Unsere Arbeit stützt sich auf die Untersuchungen von HANESCH über Knochenvibration und KRAFT über Hautvibration bei gesunden Personen, die mit dem Schaltenbrand'schen Vibrometer ausgeführt wurden, und die uns eine Vergleichsmöglichkeit unserer aus gestörter VE gewonnener Werte mit Normalwerten bieten.

III. Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung.

In der klinischen Untersuchungsmethodik fand die Prüfung der VE seither nur geringes Interesse. Zu einem Teil mag das an den, für exakte Untersuchungen ungeeigneten Geräten zur Erzeugung von Vibrationsreizen liegen. Die Forderung: verstellbare Frequenz und unabhängig davon, gleitend verstellbare Intensität der Druckimpulse, möglichst mit zahlenmäßiger Festlegung der Vibrationsfrequenz und Intensität, war durch die bisher zu Vibrationsuntersuchungen verwendete Stimmgabel sehr unvollkommen erfüllt. Zwar ist die Frequenz bei neueren Instrumenten bedingt abstufbar, jedoch die Amplitude der durch Anschlagen in Schwingung versetzten Gabelzinken wird vom Zeitpunkt des Anschlagens ab allmählich immer kleiner, sodaß die Stärke der VE nur provisorisch geprüft werden kann.

Schon früher wurden verschiedene komplizierte und umfangreiche Vibrationsgeräte konstruiert, z.B. von PIERON (1938) und WEITZ (1941), die mit feststellbarer Frequenz und Amplitude arbeiteten, jedoch hat bis heute wegen der Umständlichkeit der Aufstellung und Handhabung keines dieser Geräte in die Klinik Eingang gefunden.

Nach dem Vorschlag von Professor SCHALTENBRAND wurde von der Firma Siegel in Ulm ein elektrisch betriebenes Vibrationsgerät entwickelt. Die Vibrationsempfindung wird durch einen auf die Haut aufgesetzten (oder an den unter der Hautoberfläche liegenden Knochen angedrückten) schwingenden Vibratorstift von 6 mm Ø erzeugt. Der Vibratorstift ist umgeben von einem Messingring, der vor- und zurückgeschraubt werden kann, mit einem inneren Ø von 10 mm. Der Vibratorstift ist, an einem gut isolierten Handstück angebracht, durch ein längeres Kabel mit dem

Schaltgerät verbunden, das in Größe und Gewicht etwa einem Volksempfänger entspricht und dessen Bedienung sehr einfach ist. Zur Verstellung der Schwingungsfrequenz des Vibratorknopfes können auf der rechten Seite des Apparates durch einen Abstimmungsknopf 7 Schwingungskreise eingestellt werden, deren Frequenzbereiche sich gegenseitig überschneiden und deren Frequenz von 7 - 4 400 Hz reicht.

Schwingungskreis	I	7 - 25 Hz
	II	25 - 150 Hz
	III	50 - 240 Hz
	IV	150 - 550 Hz
	V	200 -1000 Hz
	VI	600 -2500 Hz
	VII	1500 -4400 Hz

Ein Präkondensator mit eigenem Abstimmungsknopf gestattet die Feineinstellung der jeweilig gewünschten Frequenz. Die Vibrationsintensität ist in der Auslenkbarkeit des Vibrationsstiftes unabhängig von der Frequenz ebenfalls verstimmbar. Die auf der linken Seite des Gerätes angebrachte Potentiometerschraube erlaubt eine Veränderung der Schwingungsenergie des Vibratorstiftes mit gleitender Skala von 10-100. Die dabei logarythmische Energieveränderung entspricht dem FECHNER'schen Gesetz.

Mit diesem Vibrationsgerät untersuchten wir 5 Patienten mit Störungen der peripheren Sensibilität und zwar eine Polyneuritis postdiphterica, eine Arachnopathie, ein Halswirbelsyndrom und zwei Schädigungen des Plexus brachialis. Die Patienten entstammen dem Patientengut unserer Poliklinik.

Nach gründlicher Allgemeinuntersuchung wurden die Patienten auf einem Versuchsbett möglichst bequem gelagert, um alle die Untersuchung störenden Nebenreize auszuschließen. Die Ohren der Patienten wurden mit Ohropax verschlossen, um den Patienten vor der bei hohen Schwingunsamplituden, trotz des gut isolierten Handstückes, am Vibratorknopf auftretenden, akkustischen Einwirkung abzuschirmen. Die Versuche wurden in den Monaten März - Juni bei Zimmertemperatur von 20°C durchgeführt. Dann wurde die Vibration in der von KRAFT und HANESCH beschriebenen Haut- und Knochenvibration durchgeführt. Eine Hilfsper-

son bediente den Schaltapparat und schrieb die Ergebnisse auf. Zur Untersuchung der Hautvibration setzten wir den Vibrationsstift ganz leicht auf die zu untersuchende Hautstelle, wobei wir die Hand, die das Handstück hielt, gegen den Patienten abstützten. Dabei wurde der den Vibrationsstift umgebende Messingring so weit vorgeschraubt, daß er der Haut fest aufsaß, wenn der Vibrationsstift die Haut eben berührte. Dadurch wurde eine Flächenvibration erzielt, innerhalb des vom Messingring umgrenzten Gebietes von etwa 1 cm Ø.

Zur Untersuchung der Knochenvibration ließen wir den Vibratorknopf mit der ganzen Schwere des Handstückes auf den "Knochenpunkten" lasten.(Knochenpunkte sind die Orte des Körpers, wo die Knochen nur von einer relativ dünnen Weichteilschicht überdeckt werden). Immer wurde mit wachsender Vibrationsintensität getestet, d.h. sobald der Vibrationsstift richtig lag, wurde der Potentiometerknopf langsam nach links gedreht, bis Vibrationsempfindung auftrat. In allen Fällen wurden die Patienten angewiesen, beim ersten Spüren der VE "jetzt" zu rufen. Schwellenwertsbestimmungen wurden in den Schwingkreisen 1-5 bei Einstellung der Kondensatorschraube auf 5 durchgeführt, wobei folgende Frequenzen zur Anwendung kamen: 18, 50, 150, 350, 600 Hz.

Zur Schwellenwertsbestimmung eines Punktes testeten wir nacheinander den Schwellenwert in den genannten 5 Frequenzbereichen und wiederholten zur Festlegung von Mittelwerten die Versuchsreihe noch mehrmals. Auch in den Untersuchungen der Schwellenwerte wechselten wir die zu vibrierenden Stellen dauernd, sodaß an keinem der vibrierten Punkte fortlaufende Untersuchungsreihen angestellt wurden. Damit wurde einer Aufmerksamkeitsermüdung der Patienten vorgebeugt. Allerdings ließen sich mit dieser Versuchsmethode dann auch keine Ergebnisse über das Adaptationssyndrom gewinnen. Zum Vergleich der Schwellenwerte einer gestörten Sensibilitätszone setzten wir bei einseitigen Störungen die Werte der gesunden Seite, bei bilateralen Störungen die durchschnittlichen Vergleichswerte bei gesunden Personen aus den Untersuchungen von KRAFT und HANESCH in Relation. Nach KRAFT und HANESCH bestehen keinerlei Seitenunterschiede in der Vibrationsempfindlichkeit. Die kurvenmäßige Darstellung der Schwellenwerte eines vibrierten Punktes über alle 5 Frequenzbereiche ergab die, wohl für das Gerät charakteristische Kurve, mit einem Anstieg im 3. Schwingkreis und einem Abfall im 4. Schwingkreis. Wie schon von KRAFT und HANESCH erörtert, hängt der Schwellenwertsanstieg bei 150 Hz wohl mit Reso-

nanzerscheinungen in der Umgebung des Vibratorstiftes zusammen.

Zur Bestimmung der Grenze der Vibrationsempfindung in einem gestörten Sensibilitätsbereich vibrierten wir ausschließlich mit der Frequenz von 50 Hz.

Wir setzten den Vibratorstift bei maximaler Amplitude (97 I.E.) auf je 2 gegenüberliegende Hautstellen weit im gesunden und weit im kranken Bereich auf und markierten die dabei erhaltene VE mit + und erloschene VE mit -, mittels eines Fettstiftes auf der Haut. Darauf schoben wir die Testpunkte allmählich vom Kranken ins Gesunde, so lange bis an einem Punkt VE wahrgenommen wurde. Danach wiederholten wir dasselbe in Richtung vom Gesunden ins Kranke, so lange, bis an einem Punkt keine Vibrationsempfindung wahrgenommen wurde. Zwischen den beiden zu ermittelnden Punkten zeichneten wir die provisorische Grenze ein.

Bei allen Untersuchungen ließen wir den Vibrationsstift mindestens 4 sec. auf die zu vibrierende Körperregion einwirken, bis mit Sicherheit die Gewöhnungszeit an den Vibrationsreiz erreicht war.

Diese Versuche wiederholten wir nach beiden Seiten bis zur Festlegung einer fortlaufenden Grenze. Durch mehrmalige Bestimmung dieser Grenze wurde deren Konstanz oder Inkonstanz ermittelt (Schwellenlabilität).

Die Bestimmung von "Plateau"-grenzen entwickelten wir erst im Verlauf unserer Untersuchungen. Die Grenzbestimmung wurde wie oben durchgeführt, anstatt der Höchstamplitude von 97 IE. nahmen wir die, für die gewünschte Vibrationsintensität notwendige Amplitude, z.B. 80 IE.; die umgrenzte Fläche stellte dann ein Plateau von 80 IE dar. Damit konnte die pallhypaesthetische Zone exakt abgestuft werden vom Bereich der erloschenen VE, bis zum Bereich der ungestörten VE. Darauf

berechneten wir den Unterschied der Intensitätswerte des Plateaus zu gesunden Vergleichswerten, wobei die Differenz direkt die Störung der VE anzeigte. Im ganzen kamen, ohne Berücksichtigung der zur Grenzbestimmung notwendigen zahlreichen Vibrationsversuche über 3 500 Einzeluntersuchungen zur Ausführung.

IV. Kasuistik und Ergebnisse.

Bei Patient B.Ernst, geb. 11.4.25, Maurer. 1946, in russischer Gefangenschaft, trat erstmals eine Polyneuritis mit Sensibilitäts- und Motilitätsstörungen, hauptsächlich der Extremitätenacren auf, die in der Folgezeit öfter rezidivierten. In einem solchen polyneuritischen Schub wurde der Patient am 30.1.56 in unsere Klinik eingewiesen. Bei der Allgemeinuntersuchung wurde chronische Tonsillitis . bei mehrmals auf Diphteriebazillen positivem Rachenabstrich festgestellt; der Lysteriosis - Test war dabei ebenfalls positiv. Es handelte sich also um eine postdiphterische Polyneuritis, wobei die Lysteriosis ebenfalls als aetiologisch wichtiger Faktor in Erwägung zu ziehen ist.

Bei der neurologischen Untersuchung wurden nachgewiesen: eine Hypaesthesie im Bereich V/3 beiderseits, an den Extremitäten eine Anaesthesie für alle Qualitäten, die zum Rumpf ohne eindeutige Grenze in eine Hypaesthesie für alle Qualitäten überging. Die Motilität war schwer beeinträchtigt, es bestanden Ataxien vom peripheren Typ der Arme und Beine, starke Abschwächung der groben Kraft der Arme und Beine, erhebliche Muskelatrophien beiderseits in den Beinen, erniedrigter Muskeltonus an Armen und Beinen. Der Gang war nur mit kräftiger Unterstützung möglich. Die Reflexe der oberen Extremitäten waren abgeschwächt, jedoch seitengleich auslösbar. BDR erloschen, PSR und ASR nicht auslösbar, keine Pyramidenzeichen. Im Liquor (lumbal nach DATTNER), zeigte sich bei normaler Zellzahl Eiweißerhöhung auf 74,3 mg/%, bei der Normo-Mastixkurve tiefer Links-Ausfall bis XI. Konstitutionell war der Patient überwiegend athletisch, psychisch war er ruhig, vernünftig, reaktionsschnell. Nach Tonsillektomie am 25.II.56 wurde der Patient mit Vitamin - B Komplex, Heizkasten, Salizylamid, Aquazylin behandelt.

Am 6.3.56 und am 25.4.56 wurden Vibrationsuntersuchungen bei dem Patienten durchgeführt. Die Vibrationsempfindlichkeit in gesunden Zonen zeigte dabei allgemein tiefere Schwellenwerte, als die bei gesunden Versuchspersonen gewonnenen Durchschnittswerte von KRAFT und HANESCH. Wir vibrierten den Patienten zweimal, wobei die erste Untersuchung in das akute polyneuritische Stadium fiel, die 2. Untersuchung in der Restitutionsphase vorgenommen wurde.

Bei der Vibration am 6.3.56 ging die Haut-VE mit den bei der allgemeinen Sensibilitätsuntersuchung gewonnenen Werten konform.

Die Abbildung 1 zeigt das bei Polyneuritis gewohnte Bild der stark abgeschwächten, bezw. aufgehobenen Hautsensibilität besonders der Extremitäten mit fließendem Übergang der einzelnen Intensitätszonen. Am besten war die VE im Bereich des Sternum erhalten. Auffallend war, daß an den sonst vollkommen pallanaesthetischen, unteren Extremitäten die Knochenvibration am Epicondylus femoris tibialis eben noch ansprach.

Am 22.4. (beim 2. Vibrationsversuch) war eine weitgehende Besserung des Zustandsbildes eingetreten. Die Sensibilität des Gesichtes war normal. Es bestanden vom Rumpf nach den Extremitäten zunehmende Hypaesthesien für alle Qualitäten. Der Patient konnte ohne fremde Hilfe gehen, die Ataxien hatten sich weitgehend gebessert, von den Reflexen waren TSR und BSR normal, BRSR noch beiderseits abgeschwächt. BDR mit deutlicher Linksabschwächung, in allen Etagen erhältlich. PSR war beiderseits schwach auslösbar; ASR war rechts schwach, links nicht auslösbar.

Die Vibrationsempfindung war in ausgedehntem Maß wieder zurückgekehrt (Abb.2). Ein Vergleich der gewonnenen Werte der Vibrationsschwellen mit den Schwellenwerten gesunder Vergleichspersonen aus dem kasuistischen Material von KRAFT und HANESCH zeigt, daß die Extremitätenenden noch die relativ höchsten Schwellenwerte besitzen. Auffallend wiederum ist die Knochenvibration, die durchweg noch stark erhöhte Werte anzeigt.

Bei der Vibration mit verschiedenen Frequenzen erhielten wir an jedem vibrierten Punkt ein bestimmtes Verhältnis der Schwellenwerte in verschiedenen Frequenzbereichen, das, obwohl das Vibrationsniveau im ganzen z.T. sehr viel höher lag, dasselbe war, wie das aus gesunden Vergleichswerten gewonnene. (Abb.3 und Tabelle 1).

Patient B.Joseph, geb. 9.8.34 wurde am 7.5.56 wegen Arachnopathie zu uns eingewiesen. Er war seit einer frühkindlichen Meningitis taubstumm, nach Absolvierung der Taubstummenanstalt erlernte er das Schusterhandwerk. Seit Mai 1955 entwickelte sich im linken Bein eine Motilitätsstörung mit Schmerzen in der linken Lenden- und Hüftgegend, die sich trotz Krankenhausbehandlung allmählich zu einer schlaffen Lähmung des linken Beines steigerte. Die LWS war spontan - und klopfschmerzhaft, es bestand ein Hohlfuß. Neurologisch war der Tonus der linken, unteren Extremität erniedrigt, die Bewegungsfähigkeit erloschen. Es fand sich eine Muskelatrophie an beiden unteren Extremitäten. Die Reflexe waren an den oberen Extremitäten normal und seitengleich, von den BDR waren die beiden linken unteren Etagen erloschen; der CR fehlte beiderseits, PSR war links abgeschwächt und ASR beiderseits nicht erhältlich. Bei der Aufnahme war links ein positiver Oppenheim erhältlich, der später nicht mehr gefunden wurde. Ab T 12 auf der Bauchseite und T 10 auf der Rückenseite war die Sensibilität für alle Qualitäten erloschen. An der rechten unteren Extremität kehrte die Sensibilität etwa ab L 2 wieder zurück. Am rechten Fußrücken und an der Fußsohle bestand eine Hypaesthesie für alle Qualitäten. Im Liquor wurde ein NONNE-FROIN sches Syndrom gefunden: starke Eiweißerhöhung im lumbalen Liquor gegenüber normalem SOP-Liquor ohne Druckzeichen mit einem Mastixausfall bis VI. Psychisch war der Patient bei durchschnittlicher Intelligenz feinfühlig. Die Vibrationsuntersuchung bei dem Patienten erfolgte von 12. - 17.6.56. Dabei ließ sich die Störung der Vibrationsempfindlichkeit sehr genau abgrenzen (s.Abb.4). Es zeigte sich, daß die gefundenen Grenzen gleicher Vibrationsintensität sich auch bei der Nachuntersuchung am folgenden Tag stabil erwiesen. Schwellenlabilität lag also nicht vor. Die Grenzen der aufgehobenen VE lagen dabei stets weiter nach dem Gesunden als die Grenze für die übrige Anaesthesie. Auch bei Patient B.Joseph ergab die kurvenmäßige Darstellung der einzelnen Schwellenwerte in verschiedenen Frequenzbereichen, trotz der z.T. im ganzen starken Überhöhung gegenüber den Normalwerten die gleiche Frequenzabhängigkeit wie die gesunden Vergleichskurven (Tabelle 2). Außerdem zeigte sich wieder die Ausnahmestellung der Knochenvibration. Am rechten Unterschenkel liegt bei normaler Haut-VE die Knochen-VE der patella und der tibia eindeutig im pallhypaesthetischen Bereich.

Patientin E. Margarethe, geb. 8.1.23, Hausfrau (Kontoristin) war wegen eines Halswirbelsyndroms im 5. mens.grav. eingewiesen. Schon 1953 in der 1. Schwangerschaft spürte sie Schmerzen und Parästhesien im linken Arm, die nach dem partus vollständig verschwanden. Vom 4. Monat ihrer jetzigen Schwangerschaft an bestanden wiederum heftige Schmerzen. Die mittlere HWS war erheblich klopfschmerzhaft, die Röntgenaufnahmen der HWS ergaben eine Kyphose der HWS mit minimaler Subluxationsstörung der HWK 5 und geringer fraglicher Zwischenwirbelscheibenverschmälerung zwischen HWK 5 und 6. Bei der neurologischen Untersuchung fand sich außer Parästhesien im Bereich des linken Handrückens, des 2. Fingers und der Handfläche keinerlei Anhalt für eine Sensibilitätsstörung oder eine Motilitätsstörung. Da sich aus dem Röntgenbild kein sicherer pathologischer Anhalt ergab, ein Scalenus-Syndrom ebenfalls ausgeschlossen werden konnte, war an eine Einengung der Wurzel des Plexus brachialis durch die in der Schwangerschaft bekannten Auflockerungs- und Verquellungstendenzen zu denken, vielleicht unterstützt durch die im Röntgenbild dargestellte leichte Anomalie der HWS.

Bei der Vibrationsuntersuchung zeigte sich zunächst, daß die Schwellenwerte bei der ruhigen, feinfühligen Patientin allgemein sehr tief lagen und mit großer Sicherheit und Konstanz angegeben wurden. Deshalb mußten kleine Erhöhungen und Erniedrigungen der Schwellenwerte im Seitenvergleich sofort auffallen, es ergaben sich Beeinträchtigungen des Vibrationsgefühles, hauptsächlich im segmentalen Bereich von C 6 und C 7 an der Hand (Abb.). Durch Vergleichen der Schwellenwerte von links zu rechts kamen wir zu den in unserer Abb.5 eingezeichneten Schwellenunterschieden, die wir außerdem noch graphisch dargestellt haben (Abb.6). Obwohl die Schwellenunterschiede klein sind, kommt ihnen, da sie konstant und sicher angegeben wurden, ein diagnostischer Wert zu. Die Vibrationsempfindung an der übrigen linken Extremität war normal.

Patient G. Walter, geb. 20.3.38, Arbeiter, zog sich bei einem Motorradunfall am 31.5.56 Frakturen der Querfortsätze des 7. HWK und 1. BWK zu, außerdem eine Schädigung des linken Plexus brachialis. Es bestand ein völliger motorischer Ausfall des Plexus brachialis für Hand und Unterarm, eine Anaesthesie für alle Sensibilitätsqualitäten. Die Reflexe waren völlig erloschen. Als Zeichen einer Halsmarkschädigung war der HORNER'sche Symptomenkomplex links aufzufassen.

Die Plexusschädigung bei G. konnte durch die Quetschung der entsprechenden Nervenwurzeln durch Knochenfragmente zustandegekommen sein.

Mit der Vibrationsuntersuchung gelang uns eine klare Abgrenzung der anaesthetischen Zone, entsprechend den Segmentgrenzen C 6 - TH 1 und der hypaesthetischen Zone entsprechend C 4 - C 5. Dabei deckte sich das Plateau der Schwellenunterschiedlichkeit von 20 - 30 I.E. gegenüber der gesunden rechten Seite mit dem 5. Halswirbelsegment (s.Abb.7). In dem völlig pallanaesthetischen Bereich des Unterarms war die Elle in ihrer ganzen Länge vibratorisch erregbar.

Patient K.Rudi, geb. 19.1.1937, Steinmetz, erlitt am 3.7.55 bei einem Motorradunfall eine Schädigung des rechten Plexus brachialis. Die HWS war röntgenologisch o.B. An der Muskulatur des Oberarms war die Motilität erloschen. Bewegungen der Hand und der Finger waren noch möglich. Bei der elektrischen Prüfung war eine Entartungsreaktion und erhebliche Verlängerung der Chronaxiewerte festzustellen. Es bestand eine Anaesthesie für alle Qualitäten an der Schulter, der Lateralseite des Oberarms und der Radialseite des Unterarms und der Hand. Trotz Behandlung (Massage und elektrische Übungstherapie) besserte sich das Zustandsbild nicht, so daß am 20. 11. eine operative Revision des Plexus brachialis vorgenommen wurde. Darauf trat eine mäßige Beweglichkeit des rechten m. deltoideus ein. Biceps und Triceps konnten aktiv nicht bewegt werden. An den Muskeln der rechten Hand und des rechten Unterarms war eine erhebliche Abschwächung der groben Kraft festzustellen. Auch bei der elektrischen Prüfung wurde ein Fortschritt festgestellt, die Chronaxiewerte hatten sich erheblich verkürzt, die Entartungsreaktion bestand nur noch am Biceps und am Triceps. Die Anaesthesiegrenze war auf der Radialseite des Unterarms und der Lateralseite des Oberarms zurückgewichen.

Bei der Vibration am 27.6.56 konnten wir die pallhypaesthetische und pallanaesthetische Zone klar abgrenzen, entsprechend der Segmente C 4 - C 7 (s.Abb.8). Störung der Knochenvibration war nirgends zu finden.

Als vorragendes Ergebnis der Vibrationsuntersuchungen bei Sensibilitätsstörungen peripherer Provenienz ergab sich eine exakte Abgrenzung der gestörten VE auf der Hautoberfläche mit dem SCHALTENBRAND'schen Vibrometer. Mit den seither in der Klinik zur Vibrationsuntersuchung gebrauchten Instrumenten war das nicht möglich.

Es gelang sowohl die eindeutige Abgrenzung des pallanaesthetischen wie des pallhypaesthetischen Bereiches. Von den Grenzen sämtlicher Sensibilitätsqualitäten der Haut liegen diejenigen der VE am weitesten im kranken Bereich. Dieser Befund spricht für die außerordentliche Empfindlichkeit des Vibrationssinnes.

Im pallhypaesthetischen Bereich konnten wir die vom gesunden zum kranken Bereich abgestufte VE in einzelnen, abgegrenzten Plateaus von gleichem Schwellenwert deutlich machen. Über die diagnostische Bedeutung dieser Plateaus kommen wir noch unter dem Kapitel Kritik zu sprechen.

Eine besondere Stellung innerhalb der VE bei peripheren Störungen weist die Knochenvibration auf. In 3 Fällen (Pat.B. Ernst, B.Joseph, G. Walter) war im Segmentbereich völlig erloschener Haut-VE die Knochen-VE erhalten.

Dagegen wies in 2 Fällen (Pat. B.Ernst und Patient B.Joseph) in der Restitutionsphase die Knochen-VE gegenüber der Haut-VE desselben Segmentes eine viel höher im krankhaften liegende Vibrationsschwelle auf.

Die Frequenzabhängigkeit der Schwellenwerte der VE wies in den von uns zur Anwendung gebrachten Frequenzen von 18 - 600 Hz dieselben Relationen im krankhaften Bereich auf, wie im gesunden.

Aus den ca. 50 Kurvenscharen haben wir 2 zur Abbildung gebracht. Sie zeigen die pathologisch erhöhten Schwellenwertskurven des Patienten B. Ernst im Vergleich zu Maximal- und Minimalwerten mit dem jeweiligen Mittelwert aus dem Material von KRAFT und HANESCH. Die anderen Werte haben wir in Tabelle 1 und 2 dargestellt.

V. Kritik.

Die Abgrenzung gestörter VE an der Haut gelang nach der im Kapitel "Versuchsanordnung" beschriebenen Testmethode gut. Wir konnten bei Patient B. Joseph, der schon infolge seiner Gehörlosigkeit für Vibrationsversuche besonders geeignet erschien, die Grenze bei mehrmaliger Versuchswiederholung auf eine Fehlerbreite von etwa 1,5 cm fixieren. Dazu muß berücksichtigt werden, daß die VE am Rumpf und am Oberschenkel schon beim gesunden Menschen (n.KRAFT) eine

hohe Vibrationsschwelle besitzt.

Die Herausarbeitung von Vibrationsplateaus gelangt u.E. zu einer Bedeutung dann, wenn periphere Nerven, deren sensible Zonen auf der Körperoberfläche nebeneinanderliegen und sich teilweise überdecken, verschieden stark geschädigt sind. In solchen Fällen müßte eine genaue Abstufung des pallhypaesthetischen Bereiches auf der Haut mit "Höhenlinien" der Schwellenwerte dann zu einer exakten diagnostischen Einschätzung führen können. Dabei sollte allerdings auch i n n e r h a l b der einzelnen Plateaus an mehreren Punkte vibriert werden, um das Vorhandensein evtl. kleinerer "Kerne" von gesteigerter oder erniedrigter VE auszuschließen. Bei Patientin E. Margarethe ergab die Darstellung der pallhypaesthetischen Zonen angenähert die Grenzen des 6. und 7. Hautsegmentes im Bereich der linken Hand. Dabei könnte die Pallhyperästhesie des Daumenendgliedes und der Zeigefingerkuppe (gegenüber den Vergleichswerten der gesunden rechten Hand) eine "Nervenreizung" (BRO, 1932) bedeuten. Das wäre bei der Art der Erkrankung (Nervenquetschung) immerhin möglich. Am Unterarm ließen sich die Grenzen der Störung nicht mehr verfolgen, da hier auch auf der gesunden Seite die Angaben über die Vibrationsschwellen im gleichen Hautareal um mehrere Intensitäts-Einheiten tolerierten. Damit schien ein Seitenvergleich einer im Bereich von nur wenigen Intensitäts-Einheiten liegenden Störung nicht mehr gerechtfertigt. Immerhin konnte bei Patientin E. durch Vibrationsuntersuchung ein neurologischer Befund aufgezeigt werden, der durch keine der anderen üblichen Untersuchungsmethoden zu objektivieren war.

Bei der noch erhaltenen Knochen-VE bei Patient B.Ernst an den sonst völlig pallanaesthetischen unteren Extremitäten, dachten wir zuerst an die Theorie von STEIN und v.WEIZSÄCKER (1926), wonach die Knochen bei der VE nur die Rolle des mechanischen Überträgers der Schwingungen auf weite Hautgebiete darstellen. Wir nehmen an, daß die Vibration einer Hautfläche, die eine größere Anzahl v.FREY'scher Tastpunkte erfaßt (KRAFT 1955), in den Fällen einer bei kleinflächiger Vibration pallanaesthetischen Zone noch eine VE bringen kann. Die Vibration einer größeren Hautfläche mußte dabei mit mehreren, in bestimmtem Abstand angebrachten und mit gleicher Frequenz und Auslenkung schwingenden Vibrationsstiften durchgeführt werden, die gleichzeitig auf die Haut aufgebracht werden und diese von mehreren, nahe

beieinanderliegenden Punkten in Vibration versetzen. Diese Schwellenerniedrigung bei Vibration einer größeren Hautfläche ist auch von KEIDEL (1956) erörtert.

Die relativ stärkere Schwellenerhöhung der Knochen-VE gegenüber der Haut-VE in der Restitutionsfrage kommen u.E. durch verschiedene Faktoren zustande.

Hauptsächlich wohl ist die relativ höhere Vibrationsschwelle der Knochen-VE in der Restitutionsphase auf eine langsamere Regeneration der Receptor-Nerv-Einheit der tieferen Gewebe zurückzuführen. Da die Vibration (nach KEIDEL 1956) über den Knochen auf die Muskulatur abgeleitet wird, könnte außerdem noch die geringere Vibration der im Schädigungsbereich peripherer Nerven hypotonen Muskulatur zusätzlich die Vibrationsschwellen erhöhen. Außerdem wird bei trophischen Störungen, die wir meist bei Schädigung der peripheren Nerven antreffen, eine Veränderung der Ausbreitung der Druckwellen im Gewebe zu beobachten sein.

Zweifellos haben diese schwer kontrollierbaren Faktoren bei unseren Untersuchungen auch mitgewirkt.

Wie schon erwähnt, ließen sich mit unserer Untersuchungsmethode keine verwertbaren Ergebnisse über das Adaptationssyndrom gewinnen. U.E. sind klinische Versuche über die Vibrationsadaptation in ihrem Wert dadurch beeinträchtigt, daß bei zeitlich länger dauernden Versuchsreihen an einem vibrierten Punkt (z.B. linke Zeigefingerspitze nach RAICH) durch schwer zu bestimmende, hauptsächlich im Psychischen liegende Faktoren (Ermüdung der Aufmerksamkeit der Versuchsperson u.a.) die Ergebnisse verwischt werden.

Die Frequenzabhängigkeit der Vibrationsschwellen ergibt bei gesunden Versuchspersonen mit dem SCHALTENBRAND'schen Vibrometer eine bestimmte Schwellenkurve.

Die Schwellenerhöhung im 3. Schwingkreis bei 150 Hz und die Schwellenerniedrigung im 4. Schwingkreis bei 350 Hz sind nach KRAFT und HANESCH durch Resonanzerscheinungen am Vibrationsstift bedingt. Nach den Darstellungen von KEIDEL (1956) liegt die Frequenz, bei deren Anwendung der tiefste Schwellenwert erreicht wird, zwischen 200 und 350 Hz. Die Schwellenkurve nach KEIDEL sinkt von 15 Hz ab bis etwa 275 Hz um dann langsam wieder anzusteigen. Bei Vergleich der von

uns gefundenen Frequenzabhängigkeit mit der von KEIDEL gefundenen läßt sich, bis auf die Schwellenerhöhung unserer Kurve bei 150 Hz weitgehende Parallelität rekonstruieren. Danach ist der Tiefstwert bei 350 Hz unserer Kurve wahrscheinlich nicht durch Resonanz bedingt, sondern entspricht der bei dieser Frequenz optimalen Vibrationsreception. Bei gleichbleibender Auslenkung des Vibratorstiftes wird mit ansteigender Frequenz die Vibrationsintensität immer größer. Das erklärt die allmähliche Erniedrigung der Schwellenwerte, die dann bei ca. 275 Hz nach KEIDEL und 350 Hz nach unserer Messung ihr Minimum erreichen. Bei höheren Frequenzen steigen die Schwellenwerte wieder an, wegen der, im Verhältnis zu hohen Frequenzen zu langen Refraktärzeit des Nerven.

Da die Refraktärzeit des geschädigten Nerven aber viel größer ist als beim Gesunden, müßte erwartet werden, daß die Schwellenkurve im kranken Bereich bei höheren Frequenzen steil ansteigt. Nach unseren Untersuchungen (°Patient B.Ernst und Patient B.Joseph) war das jedoch nicht der Fall. Das mag damit zusammenhängen, daß die höchste, noch exakte Werte liefernde Frequenz des SCHALTENBRAND'schen Vibrometers bei 600 Hz liegt (HANESCH 1955). Wahrscheinlich ergibt die verlängerte Refraktärzeit des geschädigten Nerven erst bei noch höheren Frequenzen eine deutlich meßbare Schwellenerhöhung.

VI. Zusammenfassung.

Es wurden Untersuchungen über die Veränderungen der VE bei Störungen des peripheren Nerven angestellt. Als Untersuchungsgerät diente dabei der von Professor SCHALTENBRAND entwickelte, elektrisch betriebene Vibrationsapparat, der eine genaue, zahlenmäßig festlegbare Regulation der Vibrationsfrequenz und Vibrationsintensität ermöglicht. Es wurden 5 Patienten untersucht, eine Polyneuritis, eine Arachnopathie, ein HWS-Syndrom, 2 Plexus-brachialis Schädigungen. Mit dem Gerät war eine exakte Abgrenzung der pallanaesthetischen Zone möglich. Zur Feststellung der Erhöhung der Vibrationsschwellen wurden die Schwellenwerte der gesunden Vergleichsseite oder Normalwerte aus dem Untersuchungsmaterial von KRAFT und HANESCH herangezogen. In der pallhypaesthetischen Zone konnte die Schwellenempfindlichkeit der VE in Plateaus abgestuft werden.

Die Grenzen der Vibrationsstörungen liegen meist weiter im Gesunden als die Grenzen der übrigen Sensibilitätsqualitäten. Das entspricht der außerordentlichen Empfindlichkeit des Vibrationsgefühls.

Die Vibration der pallhypaesthetischen Zone in verschiedenen Frequenzbereichen ergab bei einem im ganzen erhöhten Schwellenniveau dasselbe Verhältnis zwischen den einzelnen Schwellenwerten der Frequenzbereiche, wie bei den Untersuchungen von KRAFT und HANESCH an gesunden Personen. Die Vibrationsschwellen der Knochen zeigten in der Restitutionsphase eine relativ größere Differenz gegenüber gesunden Vergleichswerten als die Vibrationsschwellen der Haut über denselben Regionen. Die daraus geschlossene mögliche verzögerte Regenerationsfähigkeit der Knochen-VE wurde erörtert.

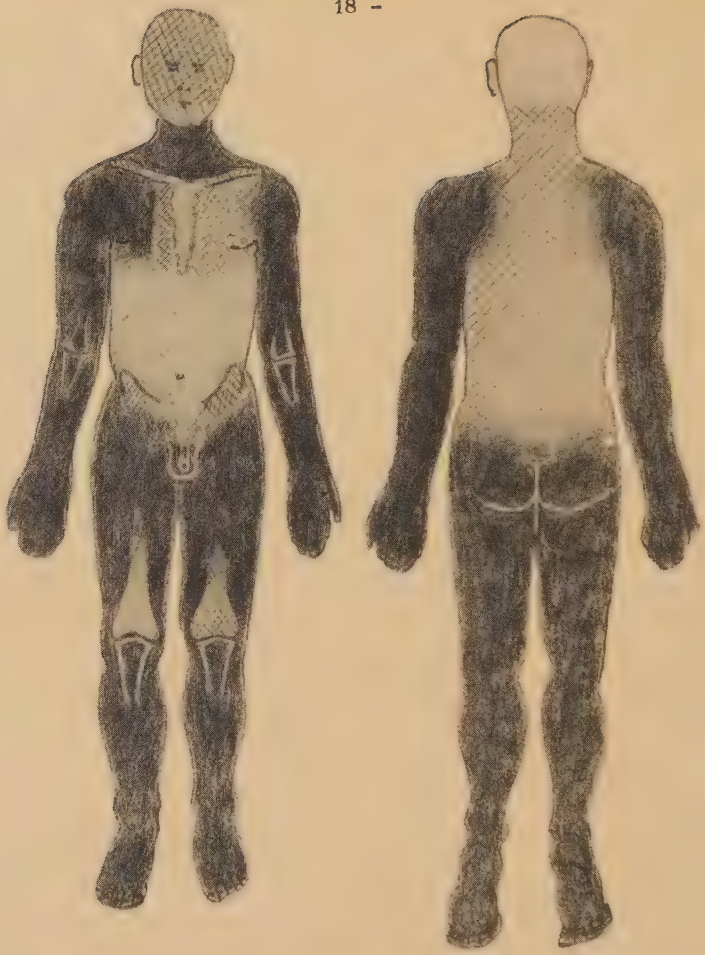


Abbildung 1

Patient B.Ernst (Polyneuritis) 6.3.56.

Vibrationsschwellen im 2. Schwingkreis bei 50 Hz. mit eingezeichneter Knochenvibration.

= keine Vibrationsempfindung

= Vibrationsempfindung nur durch stärkste Vibrationsintensität (97 I.E.)

= Schwellenwert bei einer Amplitude von 96 I.E.

= Schwellenwert bei einer Amplitude von 94 - 96 I.E.

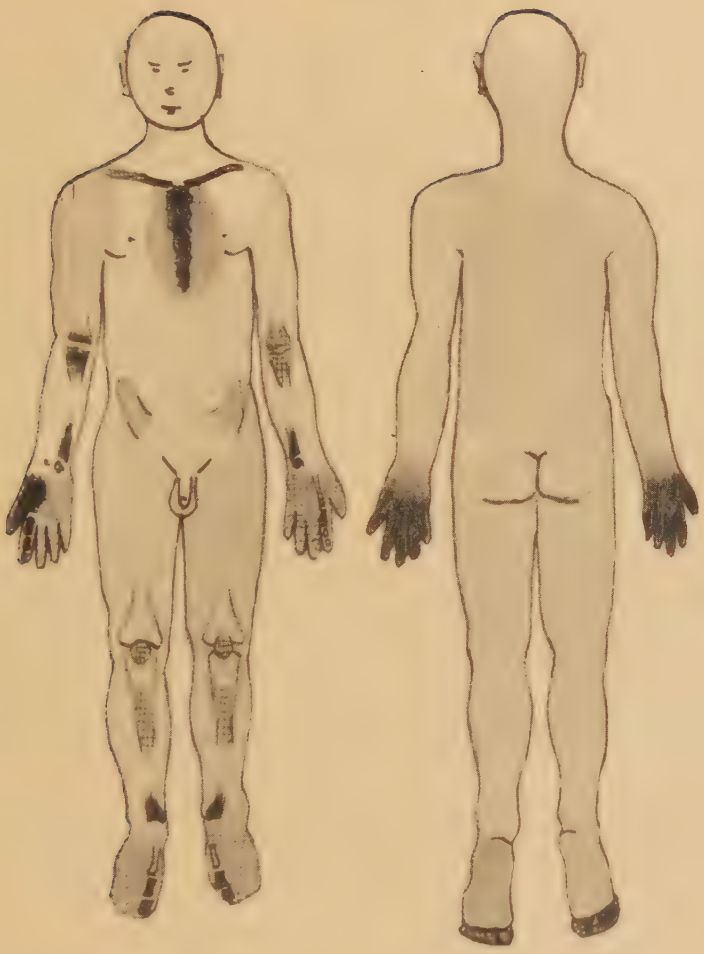


Abbildung 2

Pat.B. Ernst, Polyneuritis, 22.-25.4.56

Unterschied der Vibrationsschwellen im 2.Schwingkreis bei 50 Hz zu normalen Vergleichswerten (KRAFT und HANESCH) Gemessen in I.E. der Amplitude.

- ■ = Unterschied von 23 - 39 I.E.
- ▦ = 15 - 22 I.E.
- ▨ = 10 - 15 I.E.
- ▥ = 7 - 10 I.E.
- ▨ = 3 - 6 I.E.
- □ = normales Empfindungsvermögen

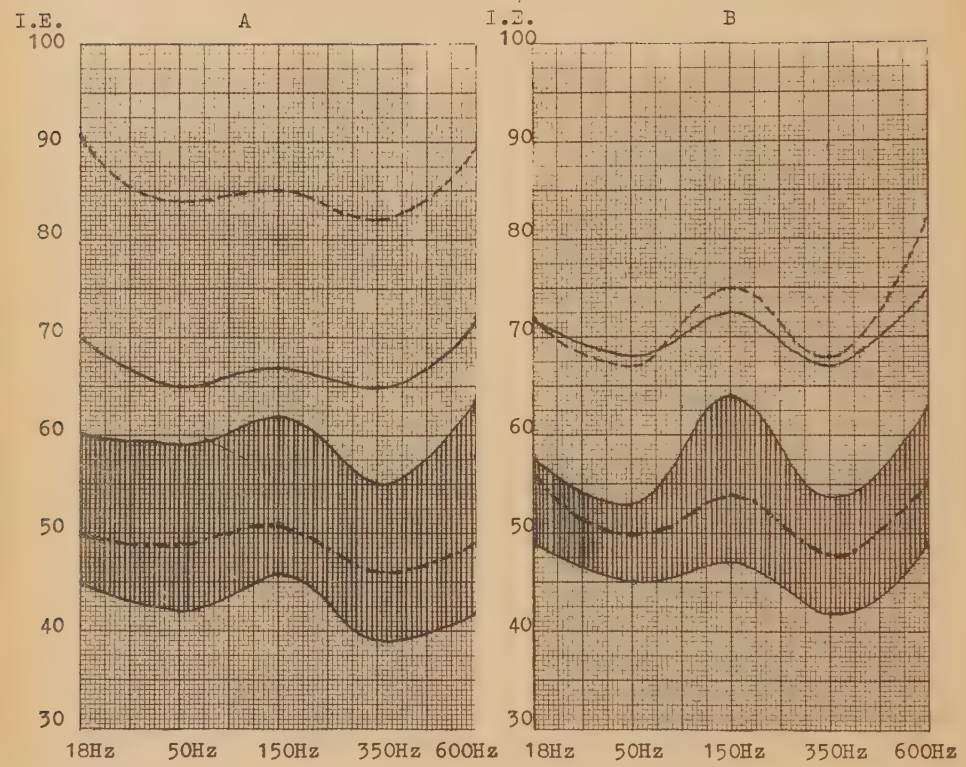


Abbildung 3

Frequenzabhängigkeit der pathologisch erhöhten Schwellenwerte bei Pat.B.Ernst (Polyneuritis) im Vergleich zu Werten gesunder Versuchspersonen aus dem Material von KRAFT und HANESCH.

A: Hautvibration der Zeigefingerkuppe am 23.4.56.

B: Knochenvibration am index Mittelgelenk am 23.4.56.

Abszisse = Frequenz in Hz
Ordinate = Auslenkung des Vibratorstiftes in Intensitätseinheiten des SCHALTENBRAND'schen Vibrometers, beginnt auf unseren Abbildungen erst bei 30 IE.

Bereich der Frequenzabhängigkeitskurven an 6 gesunden Vergleichspersonen (nach KRAFT A) und 8 ges. Vp. (HANESCH B), mit oberer und unterer Begrenzung.

errechneter Mittelwert der Vibrationen ges. Vp.(KRAFT u.HANESCH)

pathologisch erhöhte Kurve der Frequenzabhängigkeit bei Pat. B.Ernst re. Seite

li.Seite

	Pat.B.Ernst re.					Pat.B.Ernst li.					Mittewerte ges.Vp.				
Vibr.Körperareal	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz
Hautvibration															
Hohlhand	84	83	85	82	92	82	82	83	80	90	68	67	68	63	72
U'arm Streckseite	88	87	89	84	97	88	86	86	85	-	85	82	83	79	95
O'arm Beugeseite	94	94	-	90	-	86	79	90	82	91	89	88	96	82	94
Mittelzehkuppe	94	93	94	92	97	97	96	-	96	-	70	63	67	60	67
Fußsohle	88	86	95	90	-	87	87	92	88	-	74	72	74	66	77
Fußrücken	95	92	93	93	-	97	92	95	91	97	75	72	79	73	85
Zehe I Streckseite	96	94	97	96	-	95	94	96	94	-	78	74	80	75	90
U'schenkel Strecks.	92	89	90	85	95	97	97	97	96	-	88	86	88	84	94
U'schenkel Beuges.	97	97	-	97	-	-	97	-	97	-	94	94	96	90	93
O'schenkel Beuges.	90	88	89	87	95	-	97	-	96	-	92	91	93	85	92
O'schenkel Strecks.	92	89	90	85	95	97	97	97	96	-	89	85	86	84	92
Sternum	89	88	88	82	90						75	74	76	66	79
Rücken Thorax	94	92	93	90	97						88	83	87	85	90
Knochenvibration															
Capitulum ulnae	90	83	84	80	95	85	83	86	82	94	61	58	62	56	64
Olecranon	92	88	87	84	97	93	86	87	85	94	68	65	69	62	79
Clavicula Mitte	82	78	78	75	90	90	82	89	82	97	63	61	65	58	67
Hallux Endgelenk	97	93	97	90	97	-	93	87	92	-	64	62	63	56	66
Malleolus medialis	92	89	89	87	-	92	92	96	92	-	64	60	59	59	76
Tibia Mitte	92	90	89	90	94	91	91	91	87	94	69	67	66	62	80
Patella Mitte	92	88	87	84	95	90	88	89	86	95	72	70	73	64	80
Spina ilica sup.	89	88	90	88	95	92	88	88	84	96	82	80	80	76	87
Sternum Mitte	91	88	90	86	95						64	63	65	58	69

Tabelle 1:

Frequenzabhängigkeit der p a t h o l o g i s c h e r h ö h t e n Schwellenwerte der Vibrationsempfindung bei Pat. B. Ernst (Polyneuritis, vibriert am 22.-25.4.56). Vergleich zu Schwellenwerten bei gesunden Versuchspersonen aus dem Material von KRAFT und HANESCH (jeweils errechnete Durchschnittswerte der vibrierten Versuchspersonen (Vp). Angabe der Schwellenwerte in Intensitätseinheiten der Auslenkung des Vibratorstiftes am SCHALTENBRAND'schen Vibrometer.

In den waagrechten Spalten sind jeweils die 5 Frequenzbereiche (18,50, 150,350,600 Hz) zusammengefaßt zu den Werten der re. und li.Körperhälfte des Pat.B.Joseph und den Mittelwerten gesunder Vp. (nach KRAFT und HANESCH keine Seitenunterschiedlichkeit).

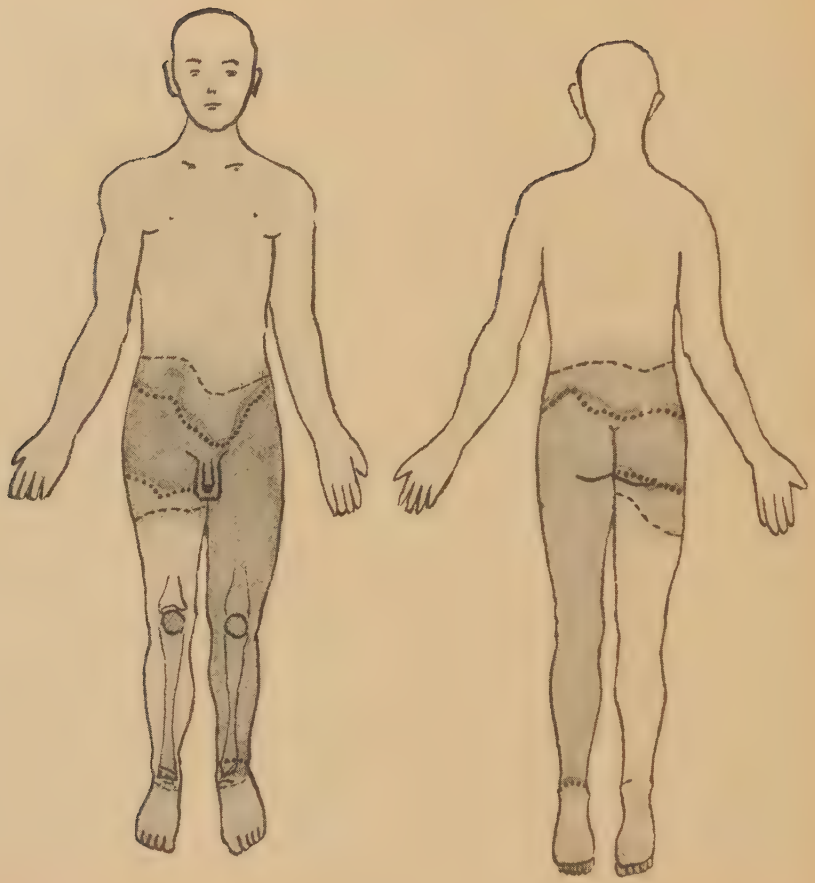


Abbildung 4

Pat. B.Joseph (Arachnopathie) 12.-17.6.56.

Unterschied der Vibrationsschwellen zu solchen be gesunden Vergleichspersonen (nach KRAFT und HANESCH). Haut- und Knochenvibration. Grenzen der anderen Sensibilitätsqualitäten sind eingezeichnet. Vibration im 2. Schwingkreis bei 50 Hz.

= keine Vibrationsempfindung

= Unterschied von 23 - 30 Hz

= 18 - 22 Hz

= 12 - 18 Hz

=7 - 12 Hz

=3 - 7 Hz

=Normales Vibrationsempfinden

····· = Grenze der anästhetischen Zone

---- = Grenze der hypästhetischen Zone für Tastempfindung, Druck u.Schmerz.

	Pat.B.Joseph re.					Pat.B.Joseph li.					Mittelwerte ges.Vp				
Vibr. Körperareal	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz	18 Hz	50 Hz	150 Hz	350 Hz	600 Hz
Hautvibration															
Unterbauch Median Lin.	96	92	97	92	-	93	91	96	92	97	89	86	93	88	91
Mittelzehkuppe	67	68	71	66	77	90	88	92	91	93	70	63	67	60	68
Zehe I Streckseite	87	73	83	76	90	92	89	89	90	91	73	69	75	70	90
Fußsohle	86	82	82	83	89	83	86	88	80	81	74	72	74	66	77
Fußrücken	88	88	92	86	88	92	87	88	84	90	75	72	79	73	85
U'schenkel Beuges.	94	91	94	88	89	-	-	-	-	-	94	94	96	90	93
U'schenkel Strecks.	85	82	86	83	84	-	-	-	-	-	88	86	87	84	93
O'schenkel Beuges.	97	91	-	97	94	-	-	-	-	-	92	91	93	85	92
Knochenvibration															
Hallux Endgelenk	80	76	80	69	97	91	91	92	83	97	64	61	62	56	66
Malleolus medialis	78	78	88	83	-	88	84	96	84	-	64	60	59	59	71
Tibia Mitte	86	83	89	86	-	-	-	-	-	-	69	67	66	62	80
Patella Mitte	91	88	89	87	-	97	95	97	-	-	72	70	73	64	80
Spina ilica sup.	-	92	94	90	96	-	-	-	-	-	82	80	80	76	87

Tabelle 2 :

Frequenzabhängigkeit der p a t h o l o g i s c h e r h ö h t e n Schwellenwerte der Vibrationsempfindung bei Pat. B. Joseph (12.-17.6.56). Vergleich zu Schwellenwerten bei gesunden Versuchspersonen aus dem Material von KRAFT und HANESCH (jeweils errechnete Durchschnittswerte der vibrierten Versuchspersonen (Vp). Angabe der Schwellenwerte in Intensitätseinheiten der Auslenkung des Vibratorstiftes am SCHALTENBRAND-schen Vibrometer.

In den waagrechten Spalten sind jeweils die 5 Frequenzbereiche (18,50, 150,350,600 Hz) zusammengefaßt zu den Werten der re. und li. Körperhälfte des Pat. B.Joseph und den Mittelwerten gesunder Vp. (nach KRAFT und HANESCH keine Seitenunterschiedlichkeit).

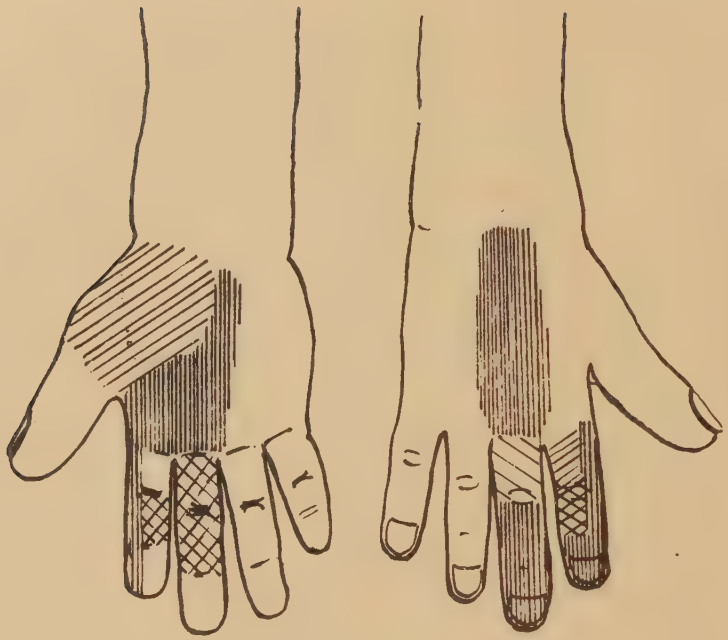


Abbildung 5 A B

Pat. E.Margarethe; Halswirbelsyndrom li.
20.4.1956

Erhöhung der Vibrationsschwelle der li. Hand gegenüber der re.

A = Volarseite; B = Dorsalseite der li. Hand

Vibration im 2.Schwingkreis bei 50 Hz.

= kein Seitenunterschied = Unterschied von 1 I.E.

= Unterschied von 2 I.E. = Unterschied von 3 I.E.

= Unterschied von 4 - 8 I.E.

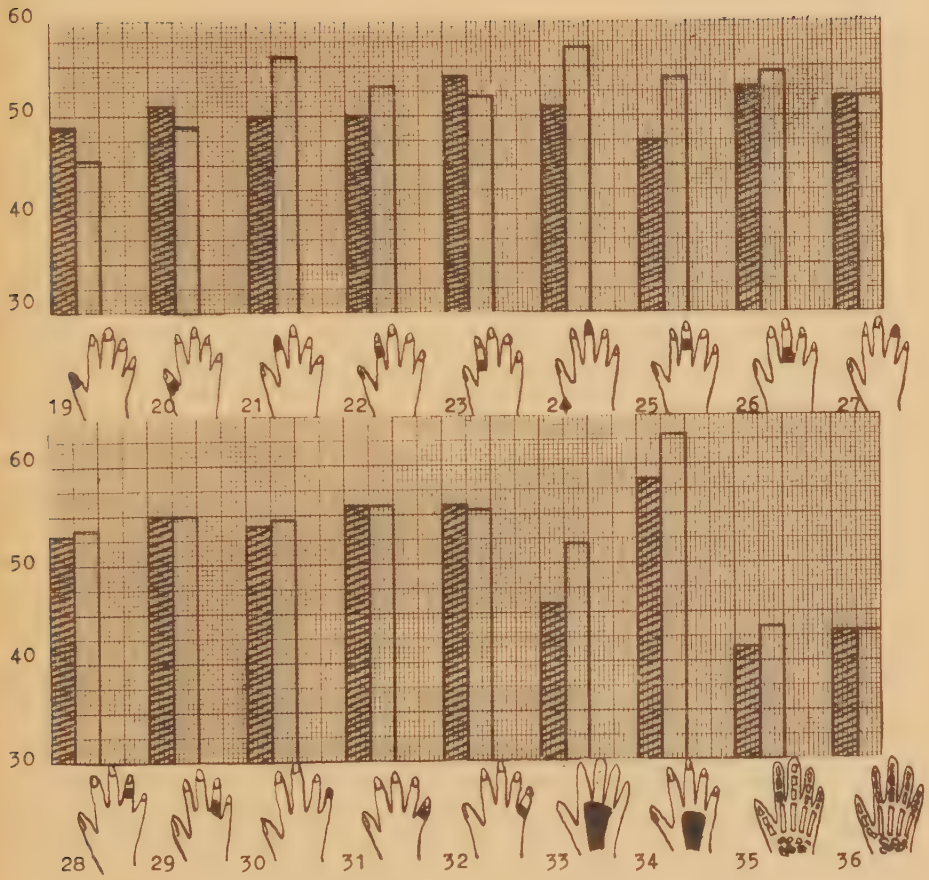
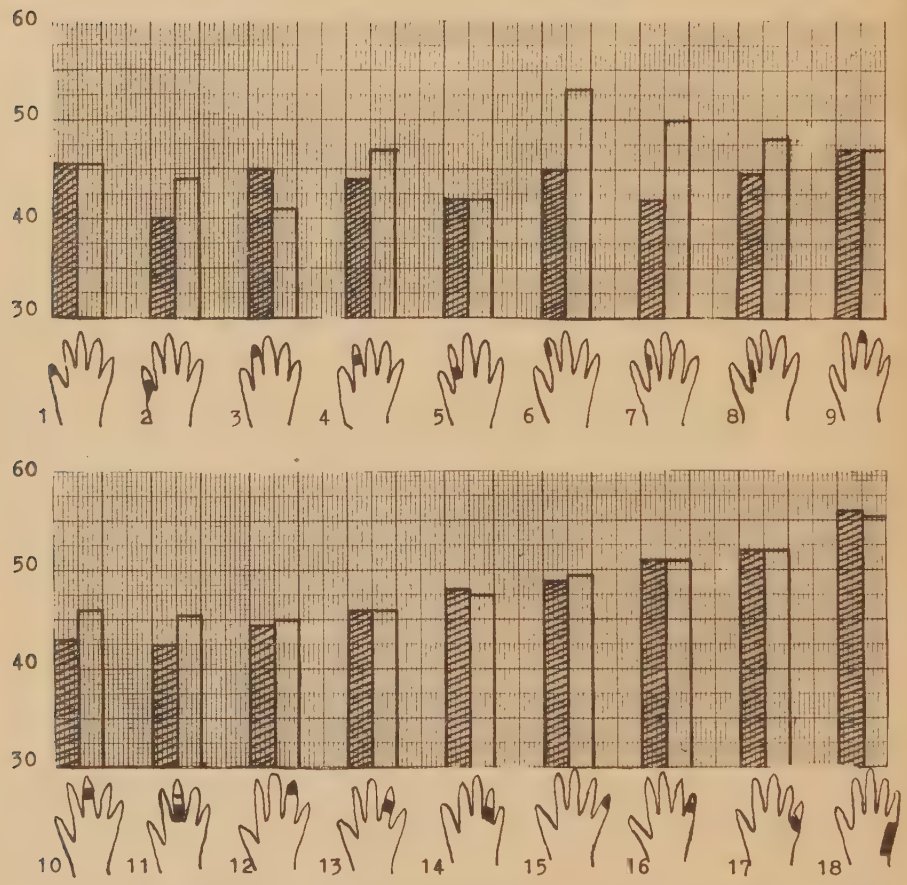


Bild 19 - 32 = Dorsalseite
Bild 33 = Vola manus
Bild 34 = Dorsa manus
Bild 35 u.36 = Knochenvibration

Abbildung 6 B

Pat. E. Margarethe, Halswirbelsyndrom links. Vibration am 20.4.1956



Unterschiede der Vibrationsschwellen der li.Hand (weiß) gegenüber re.(schraffiert), in Intensitätseinheiten der Vibratorauslenkung. Die Stäbe beginnen jeweils bei einer Vibrationsintensität von 30 IE des Gerätes.

Die vibrierte Region ist jeweils in dem Handschema schwarz eingezeichnet.

Die Vibration erfolgte im 2.Schwingkreis bei 50 Hz.

Bild 1 - 18 =Volarseite

Abbildung 6 A

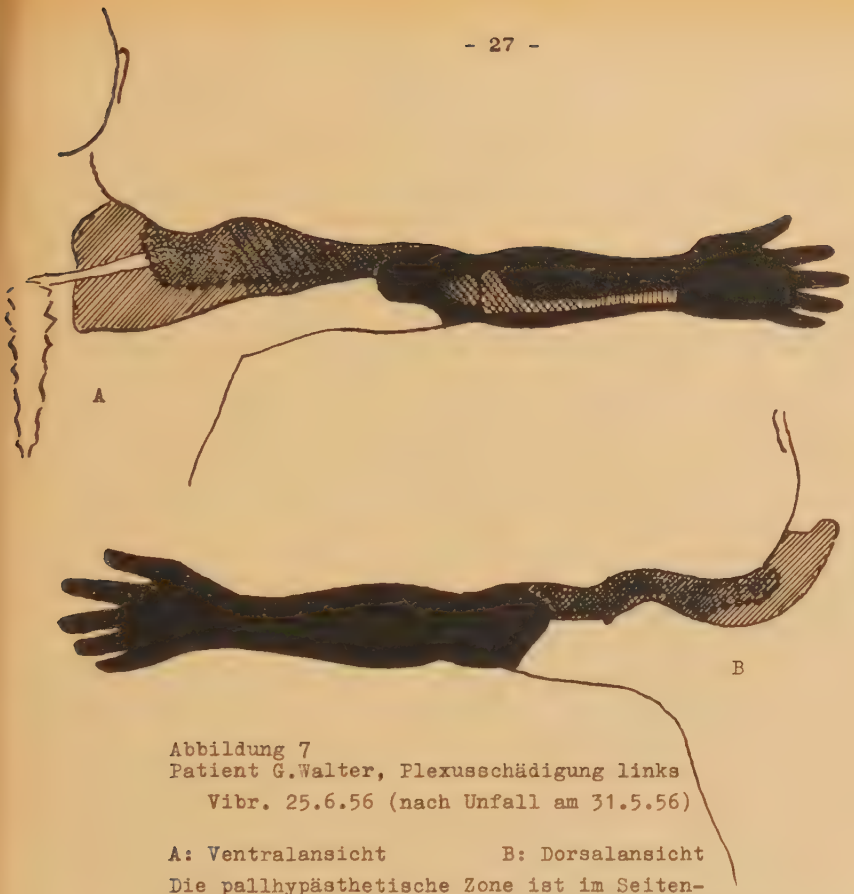


Abbildung 7
Patient G.Walter, Plexusschädigung links
Vibr. 25.6.56 (nach Unfall am 31.5.56)

A: Ventralansicht B: Dorsalansicht

Die pallhypästhetische Zone ist im Seitenvergleich zur gesunden re. oberen Extremität gezeichnet mit der Differenz an I.E. der Schwingungsamplitude

■ = keine Vibrationsempfindung

▥ = Vibrationsempfindung nur bei maximaler Vibrationsintensität (97 I.E.)

▩ = Unterschied gegen re. 20 - 30 I.E.

▨ = Unterschied gegen re. 10 - 20 I.E.

□ = Normale Vibrationsempfindung

Die pallanästhetische Zone deckt sich mit der Anästhesie für Berührung, Druck und Schmerz.

— = Grenze für Pallhypästhesie

= Grenze der hypästhetischen Zone für Berührung, Druck und Schmerz.

Die Vibrationen wurden im zweiten Schwingkreis mit einer Frequenz von 50 Hz durchgeführt

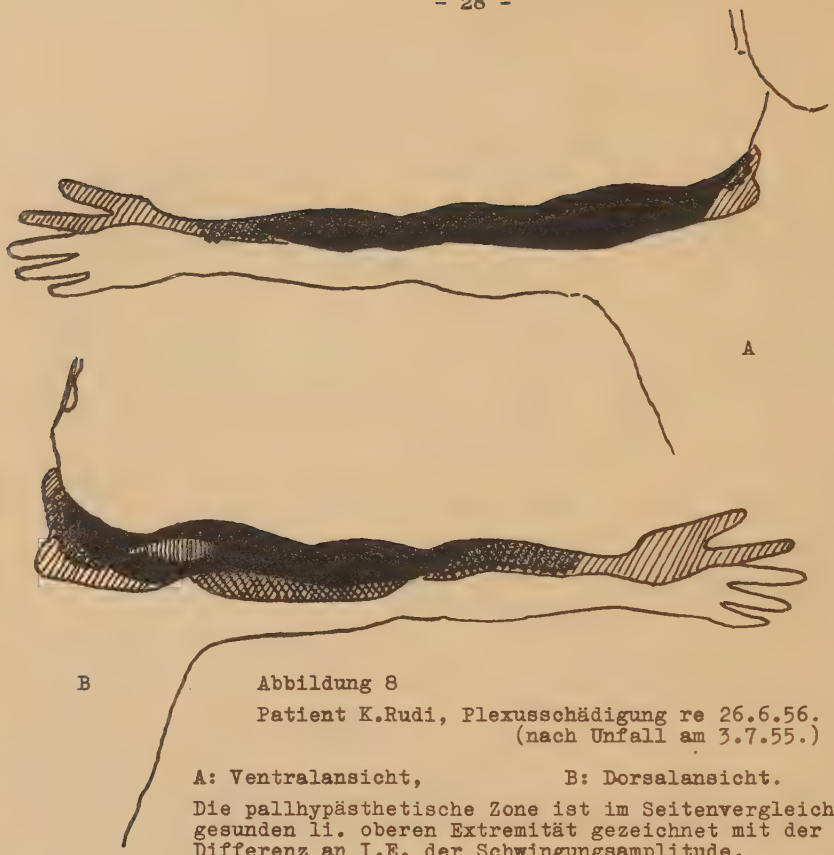


Abbildung 8

Patient K.Rudi, Plexusschädigung re 26.6.56.
(nach Unfall am 3.7.55.)

A: Ventralansicht, B: Dorsalansicht.

Die pallhypästhetische Zone ist im Seitenvergleich zur gesunden li. oberen Extremität gezeichnet mit der Differenz an I.E. der Schwingungsamplitude.

■ = keine Vibrationsempfindung

▥ = Vibrationsempfindung nur bei maximaler Vibrationsintensität

▩ = Unterschied geg. li 15 - 25I.E.

▨ = Unterschied gegen li 7 - 15I.E.

□ = normale Vibrationsempfindung

Die pallanästhetische Zone deckt sich mit der Anästhesie für Berührung, Druck und Schmerz.

— = Grenze für Pallhypästhesie

〰 = Grenze der hypästhetischen Zone für Berührung, Druck und Schmerz.

Die Vibrationen wurden im zweiten Schwingkreis mit einer Frequenz von 50 Hz durchgeführt.

Meinem verehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. med. Schaltenbrand danke ich herzlich für die freundliche Überlassung des Themas, die Übernahme des Referates und die bereitwillig gegebenen Hinweise und Anregungen.

Literaturverzeichnis

Bechterew	Zbl.Neurol.Psychiatr.	16,623 (1897)
Bro, F.	" " "	63,1031(1932)
Buzik, M.S.	" " "	59,576 (1931)
Coleman, W.	" " "	94,623 (1939)
Echlin, F; A. Fessard	" " "	86,364 (1937)
Egger	" " "	18,622 (1899)
v.Frey, M.	Zschr.Biol.	86,227 (1927)
--	Dtsch.Z.Nervenhlk.	101,115 u. 252 (1928)
--	Dtsch.Med.Wschr.	51,423 (1928)
--	Zschr.Neurol.u.Psychiatr.	98,113 (1925)
Fröschel	Zbl.Neurol.u.Psychiatr.	30,415 (1911)
Goldscheider	" " "	23,513 (1904)
Hanesch, A.	Diss.Würzburg 1953	
Horányi, B.	Zbl.Neurol.u.Psychiatr.	124, 25 (1954)
Jung, R.	" " "	126,314 (1954)
Keidel, W.D.	Vibrationsreception", Erlanger Forschungen,Bd.2(1956	
Kraft, C.	Diss.Würzburg 1956	
Kunakov, V.A.	Zbl.Neurol.u.Psychiatr.	89,29 (1938)
Mendel, K.	" " "	32,449(1913)
Minor	" " "	23,146(1904)
Nicolaus, W.	Diss.Würzburg 1955	
Redlich	Zbl.Neurol.u.Psychiatr.	35,967(1916)
Rydel, A. W.Seiffer	" " "	22,1012(1903)
Stein und v.Weizsäcker	Dtsch.Arch.klin.Med.	191,230 (1926)
Treitel	Zbl.Neurol.u.Psychiatr.	16,623 (1897)
Williamson, R.T.	Zbl.Neuro.u.Psychiatr.	27,117 (1908)
--	" " "	31,368 (1912)

L e b e n s l a u f.

Am 12. Juni 1922 wurde ich als Sohn des Oberstudienrates an der Gewerbeschule zu Esslingen Karl Mayer-Walcher und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Walcher in Stuttgart geboren.

Nach 4-jähriger Volksschulzeit in Oberesslingen trat ich 1932 in die Georgii-Oberschule in Esslingen ein, wo ich 1940 die Reifeprüfung ablegte. In Tübingen studierte ich bis zu meiner Einberufung in die Wehrmacht im Mai 1941 Medizin. Nach meiner Entlassung aus italienischer Kriegsgefangenschaft im Oktober 1945 setzte ich das Medizinstudium an der Universität Tübingen fort und absolvierte im Dezember 1949 das medizinische Staatsexamen.

Bis April 1951 volontierte ich an der Psychiatrischen Universitätsklinik in Tübingen, dann war ich bis Februar 1954 als Volontärarzt in der Heilanstalt in Schussenried / Biberach und als Assistenzarzt bis Oktober 1955 am Kreiskrankenhaus in Riedlingen / Donau tätig. Ab November 1955 arbeitete ich an der Neurologischen Universitätsklinik in Würzburg.

Am 30. August 1948 heiratete ich in Esslingen. Meine Frau und meine beiden Kinder leben zur Zeit in Schussenried / Biberach.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Hartmut Mayer-Walcher

RUDOLF BAEHR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG DOLOPPSTEINWEG 3